



А.В. Дружинин
Ю.Б. Левинский
Е.В. Шадрина

СКЛЕИВАНИЕ ШПОНА

Екатеринбург
2012

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра древесиноведения и специальной обработки древесины

А.В. Дружинин
Ю.Б. Левинский
Е.В. Шадрина

СКЛЕИВАНИЕ ШПОНА

Методические указания
к выполнению лабораторных работ
по курсу «Технология клееных материалов»
для студентов факультета МТД,
специальности 250403 «Технология деревообработки»,
направления 250300 «Технология и оборудование
лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств»

Екатеринбург
2012

Печатается по рекомендации методической комиссии факультета МТД.

Протокол № 2 от 5.09.2011 г.

Рецензент – генеральный директор ООО «УралНИИПДрев», доктор технических наук, профессор А.Г. Гороховский

Редактор К. В. Корнева
Оператор Е. В. Карпова

Подписано в печать 30.03.2012		Поз. 79
Плоская печать	Формат 60x84 ¹ / ₁₆	Тираж 100 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,63	Цена 9 р. 32. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Фанера представляет собой слоистую клееную конструкцию, состоящую из трех и более листов древесины с взаимно перпендикулярным расположением волокон в смежных слоях. Это придает фанере повышенную прочность в различных направлениях, стабильность формы, что является несомненным преимуществом по сравнению с натуральной древесиной.

Фанера имеет небольшой вес, легко комбинируется с другими материалами, проста в обработке, устойчива к перепадам температуры, имеет высокие прочностные, теплопроводные и экологические характеристики и эстетичный внешний вид.

По степени водостойкости клеевого соединения фанеру подразделяют на марки: ФСФ - фанера повышенной водостойкости, склеивается клеем на основе фенолоформальдегидной смолы; ФК - фанера водостойкая, склеивается клеем на основе карбамидоформальдегидной смолы.

Фанера считается изготовленной из той породы древесины, из которой изготовлены ее наружные слои. Для изготовления наружных слоев фанеры применяют шпон лиственных пород: березы, ольхи, клена, ильма, бука, осины, тополя, липы. Для внутренних слоев, кроме названных, также применяют шпон хвойных пород: сосны, ели, пихты, лиственницы и кедра. Фанеру, изготовленную из древесины одной или различных пород, подразделяют соответственно на однородную и комбинированную.

Фанеру выпускают длиной 1220-2440 мм, шириной 725-1525 мм и толщиной 1,5-18 мм. При длине одной из сторон более 1800 мм фанеру называют большеформатной. Фанеру, у которой больший размер совпадает с продольным направлением волокон шпона наружных слоев, называют продольной, в противном случае – поперечной.

В зависимости от внешнего вида наружных слоев фанеру подразделяют на пять сортов: Е (элита), I, II, III, IV. Сорт фанеры обозначается сочетанием сортов шпона лицевого и оборотного слоев: сорт лицевого слоя / сорт оборотного слоя, например, Е/І, І/І и т.д. Сорт Е - без видимых пороков и дефектов обработки. Сорт І - практически без дефектов, допускаются сучки, отверстия от них, червоточина и незначительные прожилки. Сорт II, III - допускаются сучки, отверстия от них, червоточина. Сучки и открытые дефекты заделываются вставками из шпона. Сорт IV - допускаются все производственные дефекты.

По механической обработке поверхности фанеру подразделяют на нешлифованную – НШ, шлифованную с одной стороны - Ш1, шлифованную с двух сторон - Ш2.

В ходе выполнения лабораторных работ студент обязан приобрести практические навыки в подборе режимов склеивания шпона, организации и ведении процесса изготовления фанеры, оценке качества получаемого продукта.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Основные технологии склеивания в производстве фанеры

Склеивание - это процесс соединения при помощи клея поверхностей двух материалов или более в систему, работающую как единое целое. Для склеивания необходимо: наличие клеевого слоя между склеиваемыми поверхностями; создание контакта этих поверхностей с клеем в его жидкой фазе; превращение клея из жидкого вещества в твердое, обладающее высокой когезией и адгезией к склеиваемому материалу.

Известны два способа склеивания фанеры: **холодный** (склеивание без нагревания, при температуре 15-25 °С); **горячий** (склеивание при нагревании до 100-150 °С).

Склеивание шпона обеспечивается жидкими или пленочными клеями на основе синтетических смол, преимущественно карбамидоформальдегидных и фенолформальдегидных.

Фанера небольших толщин (3-6 мм) может быть изготовлена также двумя способами: одноpacketным и многоpacketным.

Одноpacketный способ прессования фанеры – склеивание по одному тонкому packetу, состоящему из 3-5 слоев шпона в промежутке пресса, плиты которого нагреты до относительно высокой температуры.

Многоpacketный способ прессования фанеры – это склеивание при умеренной температуре нескольких packetов (2-4 шт.), уложенных друг на друга, после которого получают за одну запрессовку сразу 2-4 листа тонкой фанеры.

Многоpacketный способ склеивания шпона является производительным, но не обеспечивает качества поверхности склеенного материала и достижение заданных размеров по толщине. Крайние наружные листы фанеры имеют разную шероховатость поверхности и уплотнение.

Если рассматривать склеивание трех packetов шпона в одном промежутке пресса:

- лицевая наружная сторона одного packetа шпона соприкасается с нагретой гладкой плитой пресса, а наружная оборотная сторона – с другим центральным packetом шпона, поэтому шероховатость поверхности полученной фанеры неодинаковая;
- размещенный в центральной зоне второй packet шпона соприкасается своими наружными сторонами с соседними (верхним и нижним) packetами шпона, поэтому шероховатость поверхности полученной фанеры хуже, чем крайних листов фанеры.
- разброс величин упрессовки при многоpacketном способе прессования значительный. Крайние листы фанеры уплотняются больше, а средний packet на уровне результатов одноpacketного способа. Упрессовка крайних packetов является неравномерной по сечению листов фанеры, т.к. для них за-

даются неодинаковые условия прогрева с лицевой и оборотной сторон. В данном случае это может стать причиной покособленности фанеры, появления трещин.

Требования, предъявляемые к шпону:

- оптимальная влажность шпона (в большинстве случаев $W=8\pm 2\%$);
- стабильность шпона по толщине (отклонения $S_{шп}$ в соответствии с ГОСТом 99-96);
- высокое качество поверхности склеиваемых листов шпона
- ($R_{max}^Z \leq 320$ мкм – хвойные, отсутствие ворсистости; $R_{max}^Z \leq 200$ мкм – лиственные);
- оптимальные параметры клея (вязкость, концентрация, продолжительность отверждения и др.);
- симметричность сборки многослойных пакетов (рис. 1).

Если подбирается пакет из шпона двух толщин, то вариант комплектования принимается по стандартным схемам (табл. 1) либо подбором с учетом требований симметричности пакета по параметру толщины.

Лист фанеры, как правило, состоит из нечетного количества листов шпона. Листы шпона в пакете укладываются лицевой стороной к лицевой, оборотной к оборотной. При сборке пакета обращают особое внимание на соблюдение **правил симметрии**, т. е. в листе фанеры симметрично расположенные по отношению к центральной плоскости симметрии листы шпона должны иметь одинаковую влажность, толщину и направление волокон. Должны быть изготовлены из одной породы древесины и своими лучшими поверхностями обращены наружу будущего листа фанеры. Сортность листов шпона, идущих на наружные и внутренние слои, должна соответствовать ГОСТу. Если изготавливается фанера из хвойных пород – листы из заболонной части идут на наружные слои, из ядровой – на внутренние слои. Если фанера изготавливается из лиственных пород и хвойных, то хвойные породы предпочтительнее укладывать внутрь.

Таблица 1

Варианты сборки пакетов березового шпона
при изготовлении фанеры марки ФК

Толщина фанеры, мм	Слойность	Количество листов фанеры в промежутке прессы, шт.	Рекомендуемые схемы
			Толщина шпона, мм · слойность
4	3	3	1,5·3
6	5	2	1,5·4+1,15·1
8	5	1	1,5·3+2,4·2
10	9	1	1,15·5+1,5·4
12	9	1	1,5·9

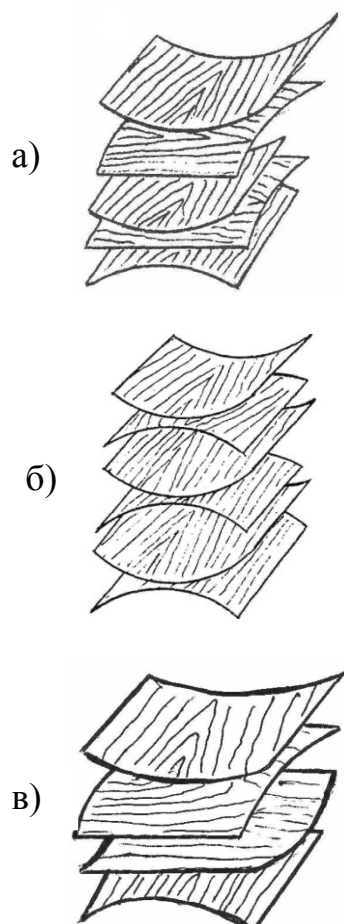


Рис. 1. Схемы сборки пакетов из листов шпона:

- а) сборка пакета с нечетным количеством листов шпона (взаимно перпендикулярное направление волокон древесины);
- б) сборка пакета с четным количеством листов шпона (параллельное направление волокон древесины);
- в) сборка пакета с четным количеством листов шпона (центральные листы имеют параллельное направление волокон, смежные – взаимно-перпендикулярны центральному)

2. Приготовление клея

Клей по составу подбирается в зависимости от марки фанеры, свойств и параметров смолы. Для загущения жидких клеев следует использовать разбухающие наполнители, к примеру древесную муку. Если смола имеет вязкость больше указанной в стандарте на клеящие вещества, то ее необходимо разбавить водой. В лабораторных условиях при приготовлении карбамидного клея горячего отверждения добавляется отвердитель (хлористый аммоний, NH_4Cl) из расчета 1-2 % от массовой доли сухого остатка смолы.

2.1. Приготовление общего для бригады количества клея

Общий для бригад клей ($m_{\text{кл. общ}}$) готовится из расчета на 100-200 г карбамидной смолы с заданной концентрацией 55-60 %.

Масса сухого остатка смолы, m_c , г:

$$m_c = \frac{m_{\text{тс}} K_{\text{см}}}{100}, \quad (1)$$

где $m_{\text{тс}}$ – масса товарной (жидкой) смолы, (100-200 г);

$K_{\text{см}}$ – заданная концентрация смолы (55-60 %).

Количество отвердителя (NH_4CL) в виде порошка, г:

$$m_{\text{отв}} = \frac{m_c d}{100}. \quad (2)$$

Количество отвердителя (NH_4CL) в виде 20 % водного раствора, г/мл:

$$m_{\text{отв}} = \frac{m_c d}{K_{\text{отв}}}, \quad (3)$$

где m_c – масса сухого остатка смолы, г,

d – количество отвердителя по заданию (1-2 %);

$K_{\text{отв}}$ – концентрация раствора отвердителя (20 %).

Для приготовления общей массы клея ($m_{\text{кл. общ}}$) в химический стакан необходимо налить смолу заданной концентрации, а затем внести в нее расчетное количество отвердителя. Содержимое стакана тщательно перемешать стеклянной палочкой ($m_{\text{кл. общ}} = m_{\text{тс}} + m_{\text{отв}}$).

2.2. Расчет клея для изготовления образца фанеры определенного формата и слойности

Требуемое количество клея на изготовление образца фанеры определенного формата и слойности рассчитывается по формуле:

$$m_{\text{кл.тр}} = K_{\text{п}} N_{\text{кл}} a b (n-1) N, \quad (4)$$

где $K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий в лабораторных условиях потери и перерасход клея, $K_{\text{п}} = 1,2-1,3$ %;

$N_{\text{кл}}$ – норма расхода клея на единицу склеиваемой поверхности, г/м^2

(принимать для березового шпона – 110 г/м²; осинового – 140 г/м²; соснового – 125 г/м²);

а, в – соответственно, длина и ширина листа фанеры (шпона), м;

n – слойность фанеры;

N – количество изготовленных листов фанеры (при однопакетном способе N=1, при многопакетном способе N=2-5).

2.3. Определение фактического количества использованного клея для изготовления образца фанеры определенного формата и слойности

$$m_{\text{кл.ф}} = M_{\text{п}} - M_{\text{о}}, \quad (5)$$

где $M_{\text{п}}$ – масса пакета с клеем, нанесенным на листы шпона, г;

$M_{\text{о}}$ – масса пакета без клея, г.

Перерасход и недостаточное количество нанесенного на листы шпона клея может являться причиной дефектов склеивания (пузырей, непрочекля).

2.4. Расчет фактического расхода клея на единицу площади склеиваемой поверхности

$$H_{\text{ф. кл}} = \frac{M_{\text{п}} - M_{\text{о}}}{ав(n-1)}, \quad (6)$$

где а, в – соответственно, длина и ширина листа фанеры (шпона), м;

n – слойность фанеры (n-1 – количество слоев клея).

3. Выбор режима склеивания шпона

Режим склеивания шпона определяется следующими показателями:

- давление плит пресса на склеиваемый пакет шпона, p (МПа);
- температура плит пресса, t (°C);
- продолжительность склеивания, т.е. выдержкой пакета в прессе при данных параметрах давления и температуры, τ (мин);
- снижение давления плит пресса на пакет от уровня рабочего до нуля, мин.

Продолжительность снижения давления зависит от толщины и слойности получаемого материала, начальной влажности пакета, температуры плит пресса, величины рабочего начального усилия и т. д.

Оптимальным считается снижение давления в два этапа:

- от p = 1,8-2 МПа до p = 0,3-0,4 МПа за 10-15 сек.
- от p = 0,3-0,4 МПа до p = 0 МПа за 1,5-2 мин.

Ступенчатое снижение давления обусловлено необходимостью исключить появление трещин на поверхности фанеры и ее формоизменчивости вследствие появления внутренних напряжений при горячем склеивании (табл. 2, 3).

Таблица 2

Режимы изготовления березовой фанеры марки ФК однопакетным способом

Слойность фанеры	Толщина фанеры	Толщина пакета из листов шпона толщиной 1,5 мм		*Температура прессования, °C	Время прессования, мин	Время снижения давления, мин	
		без учета толщины клеевого слоя	с учетом толщины клеевого слоя			Первый период, до 0,3-0,35 МПа	Второй период, до 0 МПа
3	4	4,50	4,75	$\frac{125-130}{115-120}$	1-0,5	1,5	1,0
4	5	6,00	6,25	$\frac{120-125}{110-115}$	2,5-2	2,0	1,5
5	5-6	7,50	7,80	$\frac{115-120}{110-115}$	3-2	2,5	1,5
7	9-10	10,50	10,80	$\frac{110-115}{105-110}$	6,5-4,5	3,0	2,0

**Примечание.* В числителе указана температура для березы и других лиственных пород; в знаменателе – для сосны и других хвойных пород.

Таблица 3

Режимы склеивания березового шпона карбамидными клеями многопакетным способом

Слойность фанеры	Толщина фанеры	Количество пакетов в одном промежутке пресса	Толщина пакета в одном промежутке	Температура прессования, °C	*Время прессования, мин	Время снижения давления, мин
3	4	3	12,50-13,50	125-130	4,0-3,5	1,0
4-5	5	3	15,90-17,25	115-120	9,0-6,0	1,5
5	6	2	12,90-13,20	115-120	6,5-4,5	1,5
4-5	5	2	10,50-11,50	115-120	5,5-4,0	1,5

***Примечания:**

1. Значительный по величине диапазон рекомендуемой продолжительности склеивания обусловлен существенной разницей скорости отверждения карбамидных клеев.
2. При назначении величины продолжительности склеивания пакетов следует дополнительно учитывать фактическую влажность шпона, расход клея и ряд сопутствующих факторов.

Рабочее давление на пакет должно быть достаточным для обеспечения полного контакта поверхностей склеиваемых листов шпона, но не избыточным, поскольку необходимо исключить большую (свыше нормативной) упрессовку древесины. Давление принимается относительно большим, если склеивается шпон из древесины твердых пород, листы шпона имеют значительные неровности на поверхности и колебания толщины, плиты пресса деформированы и не занимают строго параллельного положения по отношению друг другу.

В лабораторных условиях давление на пакет ($p_{\text{раб}}$) рекомендуется устанавливать следующим образом:

береза, дуб, бук и др.: 1,8-2 МПа;
сосна, лиственница: 1,4-1,8 МПа;
осина, тополь: 1,0-1,2 МПа.

Контроль величины давления осуществляется с помощью манометра, встроенного в гидравлическую систему пресса (контролируется давление масла на плунжер пресса).

Таким образом, требуется произвести пересчет рабочего давления ($p_{\text{раб}}$, МПа) на манометрическое (p_m , атм.) по формуле:

$$p_m = \frac{p_{\text{раб}} a b}{0,25 \pi d_{\text{п}}^2 n_{\text{п}} k_{\text{п}}}, \quad (7)$$

где $p_{\text{раб}}$ – принятое рабочее давление на склеиваемый пакет, МПа;

a, b – длина и ширина склеиваемого пакета, м;

$d_{\text{п}}$ – диаметр плунжера пресса, м ($d_{\text{п}} = 0,14; 0,16$ или $0,18$ м);

$n_{\text{п}}$ – количество плунжеров в прессе, шт.;

$k_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери технического характера, $k_{\text{п}} = 0,9$.

Полученное значение давления, необходимого для склеивания пакета шпона определенного формата, необходимо перевести из МПа в атм.:

$$1 \text{ МПа} = 10 \text{ атм.}$$

4. Упрессовка шпона

При склеивании пакетов шпона воздействие внешнего давления вызывает в пакете деформации в направлении приложенного прессующего усилия. Часть деформации, сохраняющейся после снятия внешнего давления, называется остаточной деформацией или упрессовкой шпона.

Упрессовка шпона - разница между начальными и конечными размерами склеиваемого материала, отнесенная к его начальному размеру:

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n S_i - S_{\phi}}{\sum_{i=1}^n S_i} 100, \quad (8)$$

где $\sum_{i=1}^n S_i$ – сумма толщин листов шпона в пакете, мм;

n – количество листов шпона в пакете, шт.;

S_{ϕ} – толщина фанеры, мм;

Толщина листов шпона $S_{ш}$ (мм) определяется по формуле (8):

$$S_{ш} = \frac{100S_{\phi}}{n(100-Y)}. \quad (9)$$

Нормативное значение упрессовки для фанеры марок: ФК - 10 ± 2 %, ФСФ - 16 ± 2 %.

Величина упрессовки зависит от породы древесины и ее влажности, давления на склеиваемый шпон, температуры древесины в момент прессования, времени выдержки под давлением, толщины шпона, положения листов шпона по отношению к плитам пресса и т. д.

Наименьшей будет упрессовка шпона при склеивании фанеры однопакетным способом.

Склеивание сразу, к примеру, трех листов фанеры за один прием (многопакетным способом) должно привести к значительному по величине разбросу значений упрессовки.

5. Качество фанеры

5.1. Дефекты склеивания

Качество фанеры считают достаточным, если в нем отсутствуют такие дефекты, как расслоения, вздутия и пузыри на поверхности листов и непрочней, а прочность клеевых соединений превышает показатели, приво-

димые в соответствующих стандартах (ГОСТах) и отраслевых нормах (ОСТах) на фанерную продукцию.

В производственной практике наиболее часто встречаются ниже перечисленные дефекты склеивания.

- Местное непрочное склеивание возникает из-за местных загрязнений, недостаточного давления при прессовании, преждевременного засыхания клея и др.
- Трещины по клеевому соединению образуются в результате внутренних напряжений, возникающих вследствие склеивания шпона с повышенной влажностью и последующей выдержки при повышенной температуре и низкой относительной влажности воздуха.
- Слабое сцепление склеиваемых поверхностей (пониженная прочность клеевого соединения) может быть результатом применения некондиционного клея и применения клея с пониженной вязкостью, а также недостаточной открытой пропитки. Слабое сцепление является скрытым дефектом, ввиду чего необходимо устранять причины его образования строгим соблюдением правил технологии склеивания.
- Голодное склеивание (тонкая клеевая пленка, местами перерывающая) образуется вследствие применения клея малой вязкости, склеивания без открытой пропитки и чрезмерного давления при прессовании.
- Жирное склеивание (толстая клеевая пленка) образуется вследствие применения клея повышенной вязкости, продолжительной открытой пропитки при повышенной температуре помещения и недостаточного давления прессования. Жирное склеивание характеризуется хрупким клеевым швом.
- Пузыри, образование которых на клеевой пленке происходит при резком повышении температуры клеевого соединения.

Очень часто появление пузырей наблюдается при склеивании карбамидными клеями, которые практически наполовину состоят из воды. Пузыри появляются вследствие нанесения клея больше необходимого количества, неравномерного его распределения по поверхности листа шпона.

- Расслоение возникает от несоответствия параметров исходной смолы (концентрации, вязкости), а также от несоблюдения режимных параметров склеивания (недостаточное давление).
- Неправильная сборка листов шпона в пакет приводит к покоробленности готовой фанеры.
- При многопакетном способе склеивания фанеры крайние листы фанеры имеют неодинаковую шероховатость поверхности.

5.2. Прочность склеивания фанеры

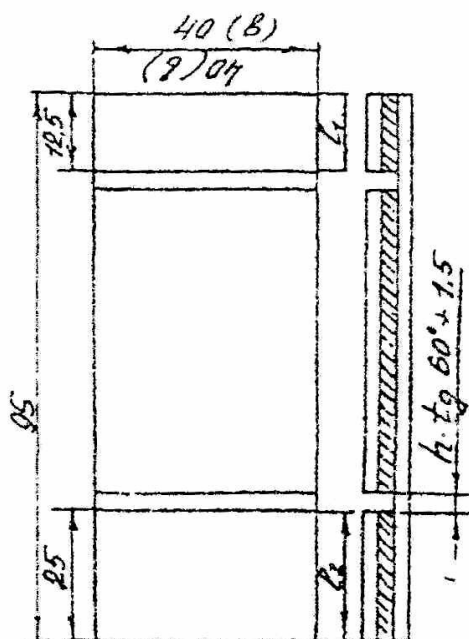
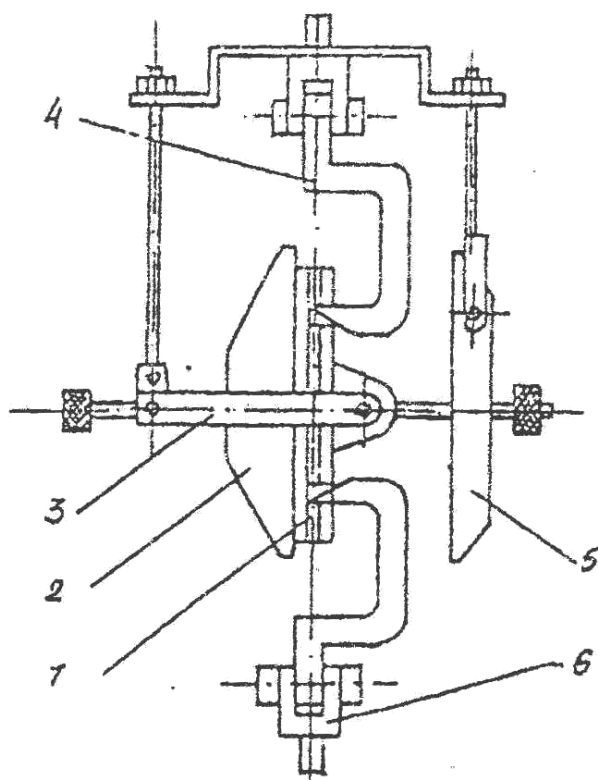


Рис. 2. Образец для испытания фанеры на скалывание по клеевому слою

Для определения прочности склеивания проводят механические испытания фанеры с использованием разрывной испытательной машины типа Р-5. Для выполнения испытаний из каждого листа фанеры выпиливают по три образца (на рис. 2 показана схема образца). Образцы после вымачивания в воде в течение 24 ч. (для фанеры марки ФК) или кипячения в течение 1 ч. (для фанеры марки ФСФ) устанавливаются в приспособление (рис. 3), которое закреплено в захватах испытательной машины. Продолжительность нагружения от начала приложения усилия до момента разрушения клеевого материала должна составлять 30-35 с.

Рис. 3. Схема установки образца в приспособление для испытания фанеры на скалывание по клеевому слою:

- 1 – образец фанеры;
- 2 – упорная планка;
- 3 – стяжка для фиксации образца;
- 4 – захваты приспособления;
- 5 – траверса;
- 6 – захваты испытательной машины



Предел прочности при скалывании ($\sigma_{ск}$, МПа) рассчитывается по формуле (10):

$$\sigma_{ск} = \frac{0,1 P_{max}}{d l}, \quad (10)$$

где P_{max} – нагрузка, при которой происходит скалывание, кг;
 d, l – соответственно ширина и длина зоны скалывания, см.

Полученные результаты сравниваются с соответствующими нормативами прочности склеивания (табл. 4).

Таблица 4

Предел прочности при скалывании по клеевому слою

Порода древесины	Предел прочности, $\sigma_{ск}$, МПа	
	ФСФ	ФК
Береза	1,2	1,2
Ольха, бук, дуб, клен	1,0	1,0
Осина, тополь	0,6	0,6
Ель, сосна, пихта, лиственница	0,9	0,9

6. Техника безопасности при работе в лабораториях и общие правила проведения работ

Прежде чем приступить к практической работе, необходимо ознакомиться с лабораторным оборудованием, с методикой проведения основных лабораторных операций, с правилами техники безопасности при этом.

Наиболее вероятными источниками несчастных случаев могут явиться неумелое обращение со смолами, с лабораторными приборами и оборудованием (поражение электрическим током, ожоги, травмы), а также со стеклянными приборами и посудой (порезы и т. п.).

Допуск в лабораторию к занятиям студентов разрешается только после знакомства с инструкцией по технике безопасности, факт ознакомления фиксируется в специальной ведомости под личную роспись прошедших инструктаж.

Каждый студент должен знать:

- где в лаборатории находится аптечка, ящик с песком и огнетушитель;
- что к работе на лабораторном гидравлическом прессе студенты не допускаются, подготовив и передав учебному мастеру (или заведующему лабораторией) основные режимные параметры склеивания шпона, студенты могут лишь наблюдать за процессом прессования;
- что при работе со смоляными клеями необходимо все испытания проводить в помещении, оборудованном мощной приточно-вытяжной вентиляцией;

- что запрещено засорять раковины и сливы бумагой, битой лабораторной посудой, клеем (или смолой) и другими отходами, что может привести к выводу канализации из строя. Все твердые и жидкие отходы необходимо выбрасывать в подготовленные урны;
- что по окончании работ необходимо выключать электроприборы;
- что перед уходом из лаборатории рекомендуется тщательно вымыть руки;
- что в конце занятий все студенты обязаны навести порядок на своих рабочих местах: внимательно осмотреть и проверить выключение электроэнергии, воды, приборов и оборудования, вымыть стеклянную посуду, сдать клеевые материалы учебному мастеру.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Лабораторная работа № 1

Склеивание лущеного шпона однопакетным способом.

Оценка качества фанеры

Основной задачей лабораторной работы является склеивание шпона с целью получения фанеры заданной толщины.

1.1. Лабораторное оборудование, приборы, материалы

- гидравлический пресс с обогреваемыми плитами;
- секундомер;
- термометр для контроля температуры плит пресса;
- обрешиненный валик для нанесения клея на поверхность листов шпона;
- мерный стакан;
- весы для взвешивания смолы и пакетов шпона;
- толщиномер с точностью измерений $\pm 0,01$ мм;
- линейка с метрической шкалой;
- посуда для приготовления клея;
- листы шпона заданных размеров;
- синтетическая смола;
- отвердители и наполнители.

1.2. План выполнения лабораторной работы № 1

1. Из подготовленного пакета измерить длину (а, м) и ширину (в, м) каждого листа шпона с помощью линейки. Далее определить среднее значение длины и ширины пакета шпона.

2. Толщину шпона (S_i , мм) измерить с помощью толщиномера. В пакете следует измерить каждый лист шпона, замеры производятся по четырем угловым точкам. Далее определить среднее значение толщины по каждому листу шпона ($S_1; S_2; S_3; S_n$, мм).
3. Определить сумму толщин листов шпона в пакете ($\sum_{i=1}^n S_i$, мм).
4. Взвесить на технических весах пакет из листов шпона без клея (M_o , г).
5. Приготовить общий для бригад клей ($m_{\text{кл. общ}}$, г).
6. Рассчитать требуемое количество клея для изготовления образца фанеры определенного формата и слойности ($m_{\text{кл. тр}}$, г) по формуле (4).
7. Приготовленный для отдельной бригады клей нанести валиком на листы шпона, учитывая схему сборки пакета: либо на каждый лист шпона с одной стороны, оставляя верхний лист шпона сухим, либо четный лист шпона с обеих сторон.
8. Взвесить на технических весах пакет из листов шпона с клеем ($M_{п, г}$).
9. Определить фактическое количество клея ($m_{\text{кл. ф}}$, г/м²) по формуле (5). Рассчитать фактический расхода клея на единицу площади склеиваемой поверхности ($N_{\text{ф. кл}}$, г/м²) по формуле (6) и сравнить его с нормативным ($N_{\text{кл}}$, г/м²).
10. Выбрать режим склеивания фанеры однопакетным способом (табл. 2).
11. Произвести пересчет рабочего давления ($p_{\text{раб}}$, МПа) на манометрическое (p_m , атм.) по формуле (7).
12. Поместить пакет шпона с нанесенным клеем в пресс, плиты которого нагреты до заданной температуры (режимной температуры), создать давление на уровне p_m (контролировать с помощью электронного манометра, установленного на прессе) и начать отчет времени по секундомеру (продолжительность цикла склеивания). На заключительном этапе процесса склеивания выполнить ручную плавное снижение давления на пакет в течение времени и разомкнуть плиты пресса. Извлечь полученный лист фанеры из пресса и оставить его остывать.
13. Измерить толщину готового листа фанеры ($S_{\text{ф}}$, мм) в четырех угловых точках с помощью толщиномера.
14. Рассчитать фактическую упрессовку (U , %) для фанеры по формуле (8) и сравнить полученное значение с нормативной величиной показателя уплотнения для фанеры данной марки (ФК).
15. Оформить отчет с представлением выводов по проделанной работе.

Отчет по лабораторной работе № 1

Склеивание лущеного шпона одноpacketным способом. Оценка качества фанеры

1. Исходные данные:

Параметры фанеры (по заданию):

марка _____

формат (мм·мм) _____

толщина (мм) _____

Шпон:

порода древесины _____

толщина листов _____

2. Выбор и расчет параметров склеивания

2.1. Схема комплектования пакетов.

2.2. Определение номинальной толщины листов шпона в пакете (S_i , мм).

2.3. Режим склеивания (табл. 5).

Таблица 5

Расчетная таблица

Слойность фанеры	Толщина каждого из листов шпона в пакете, мм				Толщина пакета без учета толщины клеевого слоя, мм	Температура прессования, °C	Время прессования, сек	Время снижения давления, сек	
	1	2	n	Сред.				I период (до 0,3-0,35 МПа)	II период (до 0 МПа)

2.4. Расчет необходимого количества клея на изготовление образца фанеры ($m_{кл. тр}$, г); фактического количества клея ($m_{кл. ф}$, г); фактического расхода клея на единицу склеиваемой поверхности ($H_{ф. кл}$, г/м²).

2.5. Расчет фактической упрессовки шпона (У, %) и сравнение полученной величины с нормативным значением (при наличии отклонений указать причины).

2.6. Дефекты склеивания (при наличии дефектов указать причины).

2.7. Выводы по работе (соответствие нормам качества, обеспеченность параметрам по толщине, размерам и упрессовке; комментарии по соблюдению оптимальных условий склеивания; общие замечания по работе).

Лабораторная работа № 2

Склеивание луценого шпона многопакетным способом.

Оценка качества фанеры

Основной задачей лабораторной работы является исследование влияния способа изготовления фанеры на ее размерно-качественные характеристики.

2.1. Лабораторное оборудование, приборы, материалы

- гидравлический пресс с обогреваемыми плитами;
- секундомер;
- термометр для контроля температуры плит пресса;
- обрезающий валик для нанесения клея на поверхность листов шпона;
- мерный стакан;
- весы для взвешивания смолы и пакетов шпона;
- толщиномер с точностью измерений $\pm 0,01$ мм;
- линейка с метрической шкалой;
- посуда для приготовления клея;
- листы шпона заданных размеров;
- синтетическая смола;
- отвердители и наполнители.

2.2. План выполнения лабораторной работы № 2

1. Каждая из бригад склеивает из шпона несколько листов фанеры ($N=2\dots 5$) заданной преподавателем слойности (n) в одну запрессовку.
2. Из каждого подготовленного пакета с помощью линейки измерить длину (a , м) и ширину (b , м) листов шпона. Определить среднее значение a и b для каждого пакета.
3. Толщину шпона (S_i , мм) измерить с помощью толщиномера. В пакетах следует измерить каждый лист шпона по четырем угловым точкам. Далее определяется среднее значение толщины по каждому листу шпона ($S_1; S_2; S_3; S_n$, мм).
4. Определить сумму толщин листов шпона (толщину пакета) в каждом из пакетов ($\sum_{i=1}^n S_i$, мм).
5. Взвесить на технических весах каждый пакет без клея (M_0 , г).
6. Приготовить общий для бригад клей ($m_{\text{кл. общ}}$, г).
7. Рассчитать требуемое количество клея для изготовления образцов фанеры определенного формата и слойности ($m_{\text{кл. тр}}$, г) по формуле (4).

8. Приготовленный для отдельной бригады клей нанести валиком на листы шпона, учитывая схему сборки пакетов, либо на каждый лист шпона с одной стороны, оставляя верхний лист шпона сухим, либо четный лист шпона с обеих сторон. Таким образом сформировать заданное количество пакетов.
9. Взвесить на технических весах пакеты из листов шпона с нанесенным клеем (М п, г).
10. Определить фактическое количество клея ($m_{\text{кл. ф}}, \text{г/м}^2$) по формуле (5) для каждого пакета шпона. Рассчитать фактический расход клея на единицу площади склеиваемой поверхности ($H_{\text{ф. кл}}, \text{г/м}^2$) для каждого пакета по формуле (6) и сравнить его с нормативным ($H_{\text{кл}}, \text{г/м}^2$).
11. Выбрать режим склеивания фанеры многопакетным способом (см. табл. 3).
12. Произвести пересчет рабочего давления ($p_{\text{раб}}, \text{МПа}$) на манометрическое ($p_{\text{м}}, \text{атм.}$) по формуле (7).
13. Поместить пакеты шпона с нанесенным клеем в пресс, плиты которого нагреты до заданной температуры (режимной температуры), создать давление на уровне $p_{\text{м}}$ (контролировать с помощью электронного манометра, установленного на прессе) и начать отчет времени по секундомеру (продолжительность цикла склеивания). На заключительном этапе процесса склеивания выполнить ручную плавное снижение давления на пакет в течение времени и разомкнуть плиты пресса. Извлечь полученные листы фанеры из пресса и оставить их остывать.
14. Измерить толщину готовых листов фанеры ($S_{\text{ф}}, \text{мм}$) в четырех угловых точках с помощью толщиномера.
15. Рассчитать фактическую упрессовку ($У, \%$) для листов фанеры по формуле (8) и сравнить полученные значения с нормативной величиной показателя уплотнения для фанеры данной марки (ФК).
16. Оформить отчет с представлением выводов по проделанной работе.

Отчет по лабораторной работе № 2

Склеивание лущеного шпона многопакетным способом.

Оценка качества фанеры

1. Исходные данные:

Параметры фанеры (по заданию):

марка _____

формат (мм·мм) _____

толщина (мм) _____

Шпон:

порода древесины _____

толщина листов _____

2. Выбор и расчет параметров склеивания.

2.1. Схема комплектования пакетов.

2.2. Определение номинальной толщины листов шпона в каждом из пакетов (S_i , мм).

2.3. Режим склеивания (табл. 6).

Таблица 6

Расчетная таблица

Режимы	№ листа шпона	Толщина листов шпона в точках, мм				Средняя толщина Si, мм	Толщина пакета в промежутке, мм	Режимные параметры				
		1	2	3	4			Рабочее давление, МПа	Температура, °C	Продолжительность цикла, с		
										без давления	под давлением	снятие давления
1 крайний	1											
	2											
	3											
	4											
	5...											
2 центральный	1											
	2											
	3											
	4											
	5...											
3 крайний	1											
	2											
	3											
	4											
	5...											

2.4. Расчет необходимого количества клея на изготовление образцов фанеры ($m_{кл. тр}$, г); фактического количества клея ($m_{кл. ф}$, г); фактического расхода клея на единицу склеиваемой поверхности ($H_{ф. кл}$, г/м²).

2.5. Расчет фактической упрессовки шпона (Y , %) для заданного количества пакетов и сравнение полученных величин с нормативным значе-

нием (указать причины отклонений). Построить график зависимости упрессовки шпона от места расположения пакета (рис. 4).

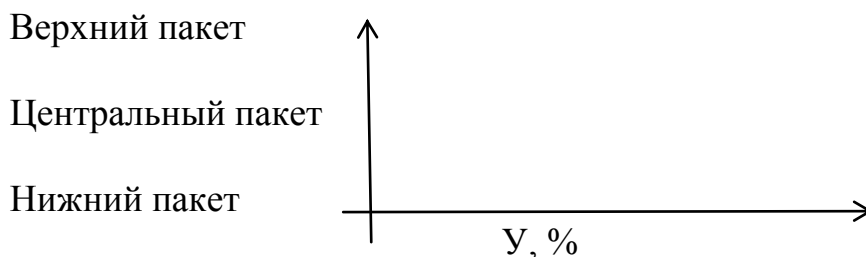


Рис. 4. Влияние места расположения пакета шпона на величину упрессовки шпона

2.6. Выводы по работе: визуально определить наличие дефектов склеивания; установить характер влияния способа изготовления фанеры на дефектность продукции, производительность пресса и расход сырья; оценить полученные показатели упрессовки шпона для всех листов фанеры и оценить ее влияние на разнотолщинность продукции в целом; определить достоинства и недостатки данного способа склеивания фанеры.

Лабораторная работа № 3

Исследование влияния давления прессования на параметры и качество фанеры

Основной задачей лабораторной работы является изучение влияния давления прессования на упрессовку шпона и качество фанерной продукции.

3.1. Лабораторное оборудование, приборы, материалы

- гидравлический пресс с обогреваемыми плитами;
- секундомер;
- термометр для контроля температуры плит пресса;
- обрешиненный валик для нанесения клея на поверхность листов шпона;
- мерный стакан;
- весы для взвешивания смолы и пакетов шпона;
- толщиномер с точностью измерений $\pm 0,01$ мм;
- линейка с метрической шкалой;
- посуда для приготовления клея;
- листы шпона заданных размеров;
- синтетическая смола;
- отвердители и наполнители.

3.2. План выполнения лабораторной работы № 3

1. Каждой бригаде необходимо подготовить по N пакетов из листов шпона заданной слойности n.
2. Из подготовленных пакетов шпона измерить длину (а, м) и ширину (в, м) каждого листа шпона с помощью линейки. Далее определить среднее значение а и в для каждого пакета.
3. Толщину шпона (S_i , мм) измерить с помощью толщиномера. В пакетах следует измерить каждый лист шпона по четырем угловым точкам. Далее определяется среднее значение толщины по каждому листу шпона (S_1 ; S_2 ; S_3 ; S_n , мм) в каждом из пакетов.
4. Определить сумму толщин листов шпона (толщину пакета - $\sum_{i=1}^n S_i$, мм).
5. Взвесить на технических весах каждый пакет без клея (M_o , г).
6. Приготовить общий для бригад клей ($m_{кл. общ}$, г).
7. Рассчитать требуемое количество клея для изготовления образцов фанеры определенного формата и слойности ($m_{кл. тр}$, г) по формуле (4).
8. Приготовленный для отдельной бригады карбамидный клей нанести валиком на листы шпона, учитывая схему сборки пакетов: либо на каждый лист шпона с одной стороны, оставляя верхний лист шпона сухим; либо четный лист шпона с обеих сторон. Таким образом сформировать заданное количество пакетов.
9. Взвесить на технических весах пакеты из листов шпона с нанесенным клеем ($M п$, г).
10. Определить фактическое количество клея ($m_{кл. ф}$, г/м²) для каждого пакета шпона по формуле (5). Рассчитать фактический расхода клея на единицу площади склеиваемой поверхности ($H_{ф. кл}$, г/м²) для каждого пакета по формуле (6) и сравнить его с нормативным ($H_{кл}$, г/м²).
11. Выбрать режим склеивания фанеры однопакетным способом (см. табл. 2).
12. Произвести пересчет рабочего давления ($p_{раб}$, МПа) на манометрическое ($p_{м, атм}$) по формуле (7) для каждого из указанных значений исследуемого фактора (давления прессования).
13. Поместить первый пакет шпона с нанесенным клеем в пресс, плиты которого нагреты до заданной температуры (режимной температуры), создать давление на уровне p_m (контролировать с помощью электронного манометра, установленного на прессе) и начать отчет времени по секундомеру (продолжительность цикла склеивания). На заключительном этапе процесса склеивания выполнить ручную плавное снижение давления на пакет в течение времени и разомкнуть плиты пресса. Извлечь полученный лист фанеры из пресса и оставить его остывать. Таким же образом склеить два остальных образца фанеры, но при других значениях давления прессования.

14. Измерить толщины готовых листов фанеры ($S_{\text{ф}}$, мм) в четырех угловых точках с помощью толщиномера.
15. Рассчитать фактическую упрессовку (Y , %) для образцов фанеры по формуле (8) и сравнить полученные значения с нормативной величиной показателя уплотнения для фанеры данной марки (ФК).
16. Оформить отчет с представлением выводов по проделанной работе.

Отчет по лабораторной работе № 3

Исследования влияния давления прессования на параметры и качество фанеры

1. Исходные данные:

Параметры фанеры (по заданию):

марка _____

формат (мм·мм) _____

толщина (мм) _____

Шпон:

порода древесины _____

толщина листов _____

2. Выбор и расчет параметров склеивания

2.1. Схема комплектования пакетов.

2.2. Определение номинальной толщины листов шпона в пакете (S_i , мм).

2.3. Режим склеивания (табл. 7).

Таблица 7

Расчетная таблица

№ листа фанеры	Слойность	Толщина листов шпона в точках					Порода древесины	Толщина пакета в промежутке, мм	Давление на пакет, МПа		Продолжительность склеивания, мин
		1	2	3	4	Средняя S_i , мм			$p_{\text{раб}}$	$p_{\text{м}}$	
1											
2											
3											

- 2.4. Расчет необходимого количества клея на изготовление образцов фанеры ($m_{\text{кл. тр}}, \text{г}$); фактического количества клея ($m_{\text{кл. ф}}, \text{г}$); фактического расхода клея на единицу склеиваемой поверхности ($H_{\text{ф. кл}}, \text{г/м}^2$).
- 2.5. Расчет фактической упрессовки шпона ($Y, \%$) для заданного количества пакетов и сравнение полученных величин с нормативным значением (указать причины отклонений).
- 2.6. Выводы по работе: соответствие нормам качества, обеспеченность параметрам по толщине, размерам и упрессовке; комментарии по соблюдению оптимальных условий склеивания; общие замечания по работе.
- 2.7. Построить график зависимости упрессовки шпона от давления прессования и продолжительности склеивания, дать пояснения к полученным результатам (рис. 5).

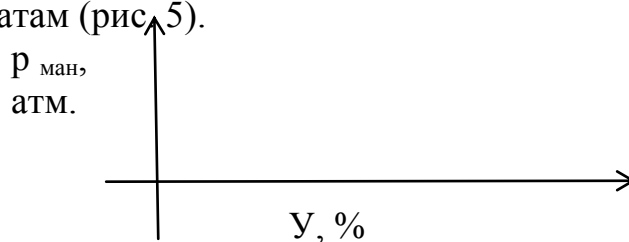


Рис. 5. Влияние давления прессования на величину упрессовки шпона

Лабораторная работа № 4

Исследование влияния температуры прессования на параметры и качество фанеры

Основной задачей лабораторной работы является изучение влияния температуры прессования на упрессовку шпона и качество фанерной продукции.

4.1. Лабораторное оборудование, приборы, материалы

- гидравлический пресс с обогреваемыми плитами;
- секундомер;
- термометр для контроля температуры плит пресса;
- обрешеченный валик для нанесения клея на поверхность листов шпона;
- мерный стакан;
- весы для взвешивания смолы и пакетов шпона;
- толщиномер с точностью измерений $\pm 0,01 \text{ мм}$;
- линейка с метрической шкалой;
- посуда для приготовления клея;
- листы шпона заданных размеров;
- синтетическая смола;
- отвердители и наполнители.

4.2. План выполнения лабораторной работы № 4

1. Каждой бригаде необходимо подготовить по N пакетов из листов шпона заданной слойности n .
2. Из подготовленных пакетов шпона измерить длину (a , м) и ширину (b , м) каждого листа шпона с помощью линейки. Далее определить среднее значение a и b для каждого пакета.
3. Толщину шпона (S_i , мм) измерить с помощью толщиномера. В пакетах следует измерить каждый лист шпона по четырем угловым точкам. Далее определяется среднее значение толщины по каждому листу шпона ($S_1; S_2; S_3; S_n$, мм) в каждом из пакетов.
4. Определить сумму толщин листов шпона (толщину пакета) в каждом из пакетов ($\sum_{i=1}^n S_i$, мм).
5. Взвесить на технических весах каждый пакет без клея (M_o , г).
6. Приготовить общий для бригад клей ($m_{\text{кл. общ}}$, г).
7. Рассчитать требуемое количество клея для изготовления образцов фанеры определенного формата и слойности ($m_{\text{кл. тр}}$, г) по формуле (4).
8. Приготовленный для отдельной бригады карбамидный клей нанести валиком на листы шпона, учитывая схему сборки пакетов: либо на каждый лист шпона с одной стороны, оставляя верхний лист шпона сухим; либо четный лист шпона с обеих сторон. Таким образом сформировать заданное количество пакетов.
9. Взвесить на технических весах пакеты из листов шпона с нанесенным клеем (M_p , г).
10. Определить фактическое количество клея ($m_{\text{кл. ф}}$, г/м²) для каждого пакета шпона по формуле (5). Рассчитать фактический расход клея на единицу площади склеиваемой поверхности ($H_{\text{ф. кл}}$, г/м²) для каждого пакета по формуле (6) и сравнить его с нормативным ($H_{\text{кл}}$, г/м²).
11. Выбрать режим склеивания фанеры однопакетным способом (см. табл. 2) с различными значениями исследуемого фактора (температуры прессования).
12. Произвести пересчет рабочего давления ($p_{\text{раб}}$, МПа) на манометрическое (p_m , атм.) по формуле (7).
13. Поместить первый пакет шпона с нанесенным клеем в пресс, плиты которого нагреты до заданной температуры (режимной температуры), создать давление на уровне p_m (контролировать с помощью электронного манометра, установленного на прессе) и начать отчет времени по секундомеру (продолжительность цикла склеивания). На заключительном этапе процесса склеивания выполнить ручную плавное снижение давления на пакет в течение времени и разомкнуть плиты пресса. Извлечь полученный лист фанеры из пресса и оставить его остывать. Таким же образом склеить два остальных образца фанеры, но при других значениях температуры прессования.

14. Измерить толщины готовых листов фанеры ($S_{\text{ф}}$, мм) в четырех угловых точках с помощью толщиномера.
15. Рассчитать фактическую упрессовку (Y , %) для образцов фанеры по формуле (8) и сравнить полученные значения с нормативной величиной показателя уплотнения для фанеры данной марки (ФК).
16. Оформить отчет с представлением выводов по проделанной работе.

Отчет по лабораторной работе №4

Исследования влияния температуры прессования на параметры и качество фанеры

1. Исходные данные:

Параметры фанеры (по заданию):

марка _____

формат (мм·мм) _____

толщина (мм) _____

Шпон:

порода древесины _____

толщина листов _____

2. Выбор и расчет параметров склеивания

2.1. Схема комплектования пакетов.

2.2. Определение номинальной толщины листов шпона в пакете (S_i , мм).

2.3. Режим склеивания (табл. 8).

Таблица 8

Расчетная таблица

№ листа фанеры	Слойность	Толщина листов шпона в точках					Порода древесины	Толщина пакета в промежутке, мм	Давление на пакет, МПа		Продолжительность склеивания, мин	Температура склеивания, °C		
		1	2	3	4	Средняя S_i , мм			$P_{\text{раб}}$	$P_{\text{м}}$		t_1	t_2	t_3
1														
2														
3														

- 2.4. Расчет необходимого количества клея на изготовление образцов фанеры ($m_{\text{кл. тр, г}}$); фактического количества клея ($m_{\text{кл. ф, г}}$); фактического расхода клея на единицу склеиваемой поверхности ($H_{\text{ф. кл, г/м}^2}$).
- 2.5. Расчет фактической упрессовки шпона ($Y, \%$) для заданного количества пакетов и сравнение полученных величин с нормативным значением (указать причины отклонений).
- 2.6. Выводы по работе: соответствие нормам качества, обеспеченность параметрам по толщине, размерам и упрессовке; комментарии по соблюдению оптимальных условий склеивания; общие замечания по работе.
- 2.7. Построить график зависимости упрессовки шпона от температуры прессования и продолжительности склеивания, дать пояснения к полученным результатам (табл. 6).

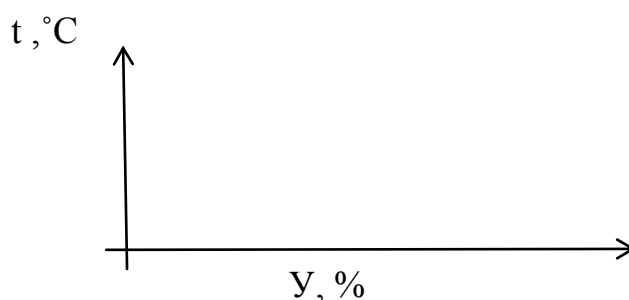


Рис. 6. Влияние температуры прессования на величину упрессовки шпона

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	4
1. Основные технологии склеивания и производства фанеры.....	4
2. Приготовления клея.....	6
2.1. Приготовление общего для бригады количества клея.....	7
2.2. Расчет клея для изготовления образца фанеры определенного формата и слойкости.....	7
2.3. Определение фактического количество использованного клея для изготовления образца фанеры определенного формата и слойкости.....	8
2.4. Расчет фактического расхода клея на единицу площади склеиваемой поверхности.....	8
3. Выбор режима склеивания шпона.....	8
4. Упресовка шпона.....	11
5. Качество фанеры	11
5.1. Дефекты склеивания.....	11
5.2. Прочность склеивания фанеры.....	13
6. Техника безопасности при работе в лабораториях и общие правила проведения работ.....	14
ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	15
Лабораторная работа № 1. Склеивание лущеного шпона однопакетным способом. Оценка качества фанеры.....	15
1.1. Лабораторное оборудование, приборы, материалы.....	15
1.2. План выполнения лабораторной работы № 1.....	15
Отчет по лабораторной работе № 1.....	17
Лабораторная работа № 2. Склеивание лущеного шпона многопакетным способом. Оценка качества фанеры.....	18
2.1. Лабораторное оборудование, приборы, материалы.....	18
2.2. План выполнения лабораторной работы № 2.....	18
Отчет по лабораторной работе № 2. Склеивание лущеного шпона многопакетным способом. Оценка качества фанеры.....	19
Лабораторная работа № 3. Исследование влияния давления прессования на параметры и качество фанеры.....	21
3.1. Лабораторное оборудование, приборы, материалы.....	21
3.2. План выполнения лабораторной работы № 3.....	22
Отчет по лабораторной работе № 3 Исследование влияния давления прессования на параметры и качество фанеры	23

Лабораторная работа № 4. Исследование влияния температуры прессования на параметры и качество фанеры.....	24
4.1. Лабораторное оборудование, приборы, материалы.....	24
4.2. План выполнения лабораторной работы № 4.....	25
Отчет по лабораторной работе № 4. Исследование влияния температуры прессования на параметры и качество фанеры	26
СОДЕРЖАНИЕ.....	28